葉節耀（台灣省農業試驗所）問：

關於穴盤真空播種吸盤在美國所看到的是否都是平盤型的吸盤？是否有滾筒型的，可提高作業效率呢？

林瑞松（台灣省農業試驗所）答：

真空播種機簡易型的是平盤式，較精緻的是風鼓型真空播種機。目前滾筒型真空播種機尚未上市。

林學正（台南區農業改良場）補充：

已知有公司正在研究滾筒式，以便節省時間，但尚未研究出成品。

AN INTRODUCTION OF PLUG SYSTEM PRODUCTION

Ruey-song Lin

Associate Horticulturist
Department of Horticulture, Taiwan Agricultural Research Institute

ABSTRACT

Plug production has become very popular, and has created a new frontier on nursery industry in Europe and the United States. Especially, it can be produced through machine, therefore, both time and labor are saved in economical situation. Because each plug seedling in its own individual cell, does not have to compete against other seedlings for light, water, nutritions, etc. Accordingly, grows faster. This advange will allow cultivation schedule in good arrangement and more turnovers. Disease will not spread as rapidly because seedlings grow in separate containers. Seedlings can be reamined in the plug tray much longer before being transplated. Consequently, transportation of seedlings are very convenient. Plug do have some disadvantages as well. Special seeder and trays are a lot of initial investment is quickly repaid. Germinating and growing-on plug required a controlled environment with the suitable level of light, temperature, moisture, and mineral nutritions. Growers have to learn the basic rules of germinating and growing-on, and care with sillful operations. These rules and skills will give the promise on good quality seedling. In this topic, the germinating and growing-on skills, environment requirements and advices are introduced.

覆蓋資材之特性及利用

王 鼎 盛*

台灣大學農業工程學系

摘 要

溫室主要的目的在修正自然環境，使其利於植物生長，所以溫室建造就必須考慮到植物生長有關之環境因子如日光、溫度、空氣組成等因子的控制。

目前溫室所使用的被覆材料的種類繁多，常用的大約有十種，各廠牌製造過程及摻入化學品差異，又可分為幾百種，雖然有這麼多的被覆材料，但各種被覆資材的功能各異。本文主要的目的是在介紹各種材質之光特性（透過率、遮光性及分光透過率），熱特性（保溫性、隔熱性、通氣性等），濕度及水特性（防滴性、防霧性、透濕性等），機械特性（展張性、伸縮性、應力強度等）及資材的老化，並進而建議適合不同植物生長的被覆材料以達到溫室栽培之目的。

一、前 言

溫室之主要目的是在修正自然環境，使其利於植物生長，所以溫室建造就必須考慮到植物生長有關的環境因子如日光、溫度、空氣組成等因子的控制。

溫室最早的目的是保溫，近來因溫室廣泛應用於植物的栽培，所以溫室的建造，已經不只是用來保溫，而是朝向多元化的目標使用，如光質、光量的控制、空氣溫度及濕度的調節等，而這些環境因子的控制就與溫室所使用的被覆材料有關。

目前溫室所使用的被覆材料的種類繁多，常用的大約有十種，各廠牌製造過程及摻入化學品之差異，可分為300多種；雖然有這麼多的被覆材料，但是一種被覆材料所能適用的範圍有限。所以本文主要目的是要使我們了解各種溫室常用被覆材料的特性如光特性、熱特性、水及濕度特性及機械特性，並進而能夠選擇利用適合溫室中植物生長的被覆材料，如此才能達到溫室栽培的目的。

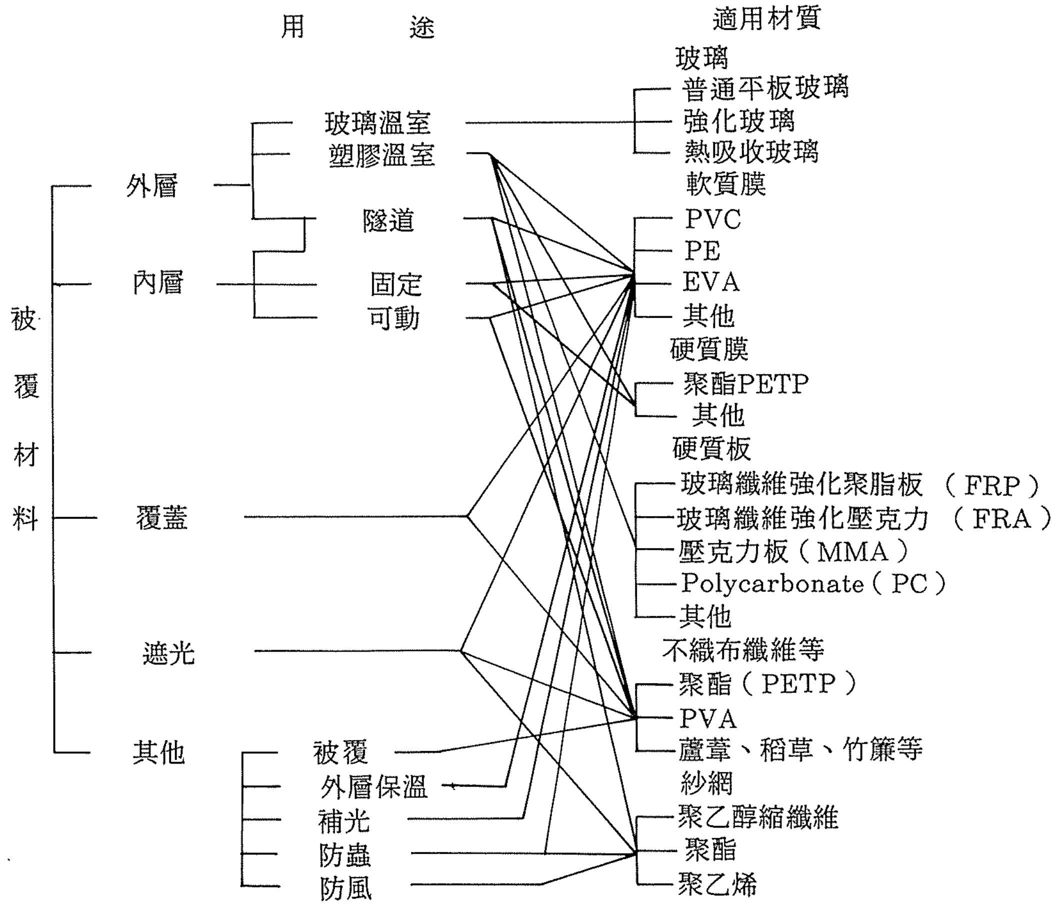
二、被覆材料的種類（見表1）

(一)依用途分類

園藝設施中所謂的溫室只有玻璃室、塑膠室，並不包括隧道和覆蓋，但是以設施栽培的觀點而言則包括後二者，按被覆材料之用途可區分如下：

* 國立台灣大學農業工程學系副教授

表1　被覆資材之用途與材質
Table 1. The uses and materials of coverings.



1.外層被覆：

覆蓋在固定溫室或活動隧道等構造物骨架的最外層，與外界分離的材料稱之。又稱為一次被覆材料。

2.內層被覆材料：

套於外層被覆材料內而在溫室內側舖設的材料，有提高溫室的保溫性或達到遮光之功能。又稱二次被覆材料，其舖設的方法有：

(1)固定式：固定在室內，不能開關者。

(2)可動式：利用如同簾幕的裝置，可在室內外開關者，其啟閉方式又可分為：滑動式、捲動式。

3.覆蓋：

直接舖設在地面上，有調節地溫或土壤水分含量，防止雜草病害及促進果實著色的功能。其舖設的方式有：(1)全面舖設 (2)畦面舖設

4.遮光被覆材料：

除具有遮去一部分日光的功能外，以抑制溫度的昇高，調節光量及日長等功能。其舖設的方式有：

(1)露地栽培的掛蓬

被覆材料用繩張開，固定在支架上以水平的方式固定好，具有抑制溫度的昇高和光量的調節。

(2)溫室、隧道、雨棚等外部被覆，或內外層的被覆

直接舖設在外層被覆材料上，或者是在外層上間隔30—40㎝上，其方式有固定式和可動式。也可以內外層兼用，具有抑制溫度的昇高，光量的調節和日長處理等功能。

(3)直接覆蓋物體上

具有直接覆蓋　、抑制溫度的昇高、光量的調節的功能。

5.其他如禦寒、保溫、補光、防蟲、防風、防雨等。

(二)按照材質的分類：

大致可分為玻璃和塑膠兩大類：

1.玻璃

用為溫室材料的玻璃，具有光透過性、非燃性、耐久性、保溫性、強度等優點，自古代即被用為被覆材料。市售之玻璃種類極多，本國溫室一般使用普通平板玻璃。但也有（強化）型板玻璃、紅外線吸收玻璃等使用於特殊栽培目的或研究用設施。

2.PVC

雖有易污髒缺點外，它具有保溫性強，光透過性高，價錢低，使用處理容易等特點，故迅速在農家普及。至今已廣泛利用為園藝設施的被覆材料。

3.PE

PE 薄膜較 PVC 薄膜為輕，無黏著性處理容易。附著塵埃也少，且價格較 PVC 薄膜便宜等優點。但是耐候性約僅聚氯乙烯之半，保溫性較 PVC 膜為差。故多利用於圓形、隧道形溫室及溫室設施雙層被覆簾幕等方面。另也有著色之 PE 膜以調節光質。然而用作雙層被覆材料時一般使用透明薄膜。

4.EVA

EVA 膜之物理性質與 PVC 膜類似，即使在低溫狀態也不硬化、質輕、不易黏著及污染，具彈性。耐候性在 PVC 膜與 PE 膜之間，有寬度至很大尺度的製品，主要作為溫室內雙層被覆簾幕用途。一部分亦被利用作溫室外部的被覆材料。

5.聚酯薄膜

本薄膜為硬質薄膜，其抗拉強度、撕裂強度、耐折度等比硬質聚氯乙烯薄膜大，耐候性亦佳。

6.硬質 PVC

因不含塑劑，故其硬度比 PE 膜大，抗拉強度大，可使用約4—5年之久。關於光學性質方面，其光線透過率大，如聚氯膜一般，塵埃附著少，此外，長時間內，其光線透過率降低很少。

7.FRP

FRP 板，比玻璃輕，衝擊強度強的波形板也具有相當彎曲強度，施工亦比較容易些。關於耐久性，雖有隨著劣化的表面樹脂剝離、白化、黃變等問題，但最近的產品改善品質，

耐候性亦佳，光線透過率的經時變化也減少，亦有10年以上的品質保證。當施予強制之大變形時將縮短板的壽命。

8.FRA

FRA板比玻璃輕，衝擊強度強的波形板也具有相當彎曲強度，施工亦容易。並有相當耐久性，但安裝時施予強制大變形時將縮短板的壽命。其光線透過率佳，經時變化亦少。在紫外光及紅外光區域皆比玻璃容易透過，而對保溫性關係密切的6000nm 以上波長的光線卻無法通過。

9.MMA

MMA 板比玻璃輕，難切割，又光線透過率亦與玻璃同等或稍微優越，機械性質和光線透過率的歷時變化也小，呈安定狀態。因線膨脹係數較大，安裝時用因應 MMA 板縮膨的方法是有其必要的。

三、被覆材料的物理特性

(一)光特性

1.透過率與分光透過率

透過率定義：透過被覆材料的能量與入射被覆材料能量的比。

可見光透過率：日射波長在380—770nm 的日射透過率稱為可見光的透過率，輻射波長的區分與其名稱請參看圖 1 。

分光透過率：被覆材料的透過率，因波長的不同而異，此種不同波長的透過率就稱為分光透過率。

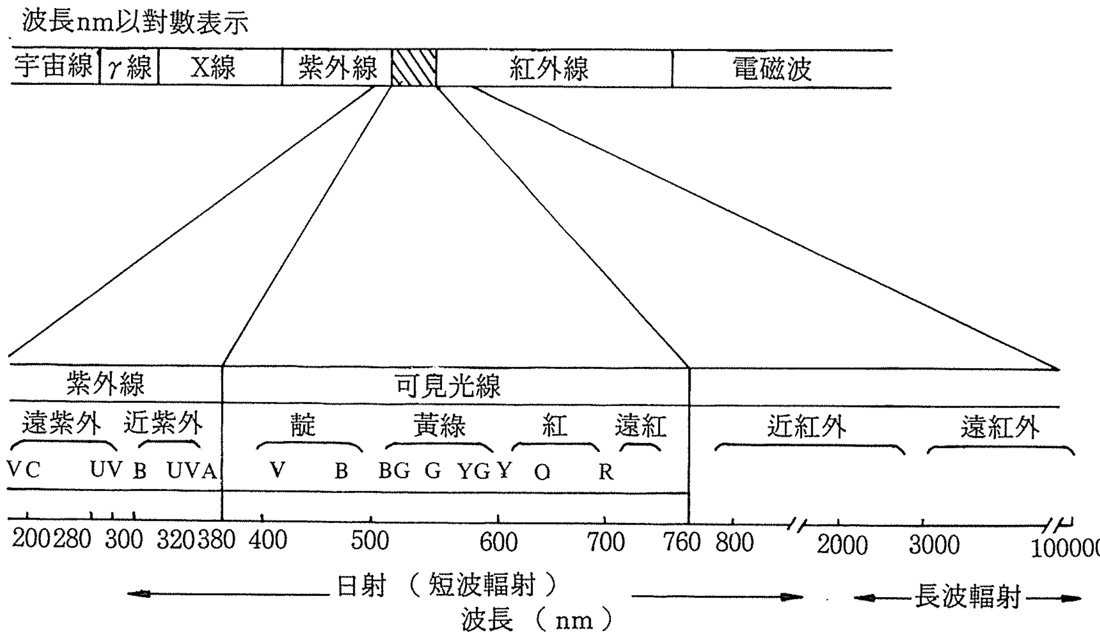


圖 1 輻射波波長與名稱

Fig. 1. Wavelength and its designation.

(1)各種被覆材料之分光透過率：以下就各種被覆材料的分光透過率討論：

a.玻璃：玻璃最重要的性質為透光性，普通玻璃的透光率約為80—90%，各種玻璃之分光透過率示於圖 2 。由圖 2 可知，普通玻璃對波長較短之紫外線不能完全透過。

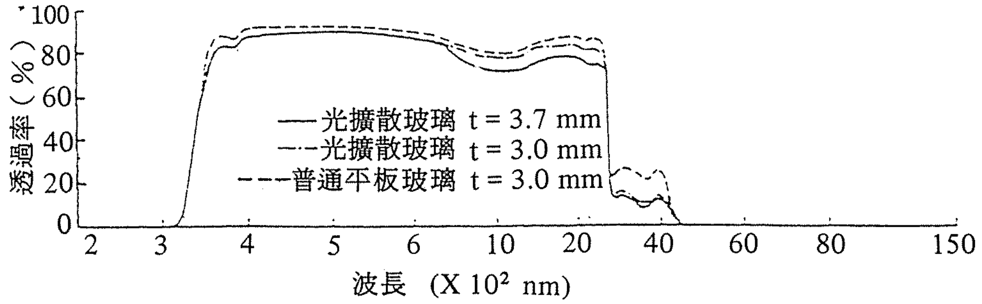


圖 2 玻璃分光透過率

Fig. 2. Spectral transmissivity of glass.

b.塑膠：根據特里克特與克爾登在1958年發表的論文報告中，他們發現在厚度相同的前提下，塑膠被覆材料的透光性要比玻璃被覆資材的透光性少20%。以下各圖分別是軟質塑膠資材與硬質塑膠資材的分光透過率。

(a)圖 3 為四種不同廠牌厚度均為0.1㎜之聚氯乙烯薄膜之分光透過率，由圖 3 知在可見光至紅光區域差異較小，但在紫外光區域則就有較大之差異。產品 D（0.1㎜）及 D′（0.14㎜）被認為不僅厚度不同且抗紫外線劑種類不同所顯現之差異。

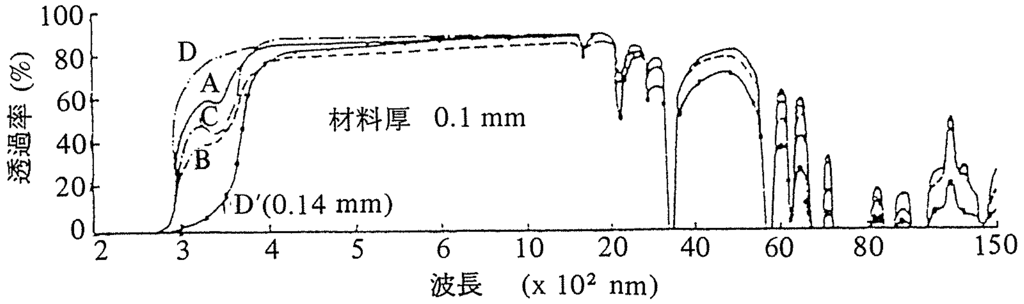


圖 3 各種廠牌PVC的分光透過率

Fig. 3. Spectral transmissivity of PVC.

(b)圖 4 為 EVA、PVC、PE 的分光透過率。由圖可知在紫外線與紅外線兩區域透過率 EVA 較 PVC 大而比 PE 小，故可知 EVA 膜之保溫性在 PVC 膜和 PE 膜之間。

(c)圖 5 為硬質聚脂薄膜及硬質 PVC 薄膜之分光透過率。由圖可知硬質聚酯薄膜較硬質PVC 薄膜之透光率稍大。

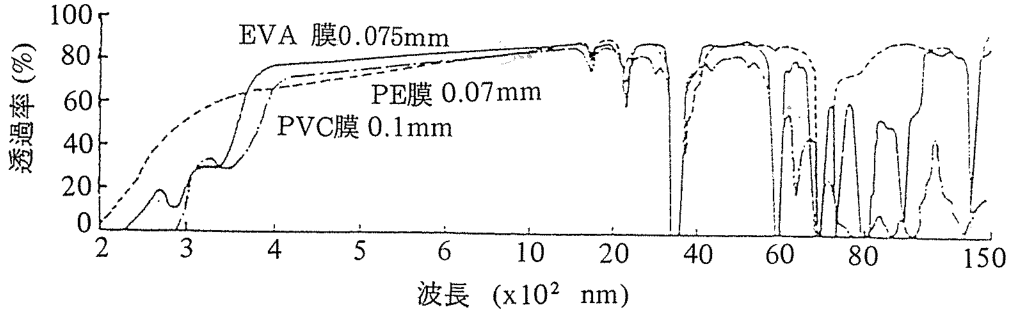


圖4　EVA、PVC、PE、的分光透過率
Fig. 4. Spectral transmissivity of EVA, PVC and PE.

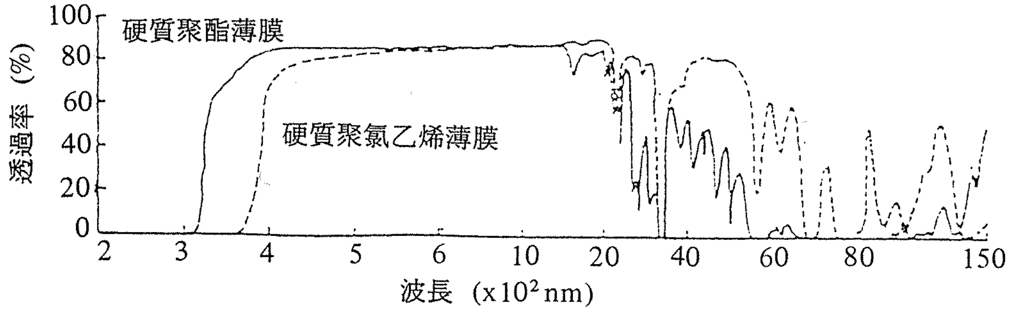


圖5　硬質聚脂薄膜、硬質PVC薄膜的分光透過率
Fig. 5. Spectral transmissivity of PETP film and PVC film

(d)圖 6 為 FRP 的分光透過率。由圖可知在紫外光區的透過率 FRP 較玻璃小，近紅外光區則稍大，30×10²nm 以上的紅外光區幾乎不透過，因此可說保溫性良好，且因 FRP 是由聚酯樹脂與玻璃纖維合成的複合材料，所以有直達光線的減少，散亂光線增多的情形，此等差異在短波長範圍內較明顯。

(e)圖 7 為 FRA 的分光透過率。由圖中可知在紫外光及紅外光區域皆比玻璃容易透過，而對6000nm 以上波長的光線卻無法通過。

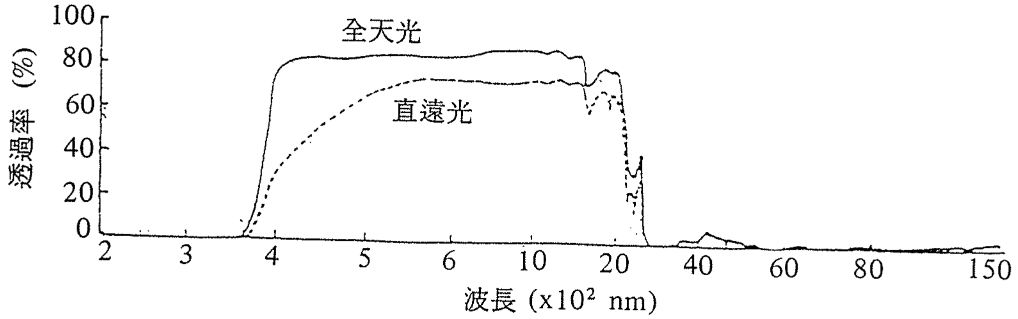


圖6　FRP的分光透過率
Fig. 6. Spectral transmissivity of FRP.

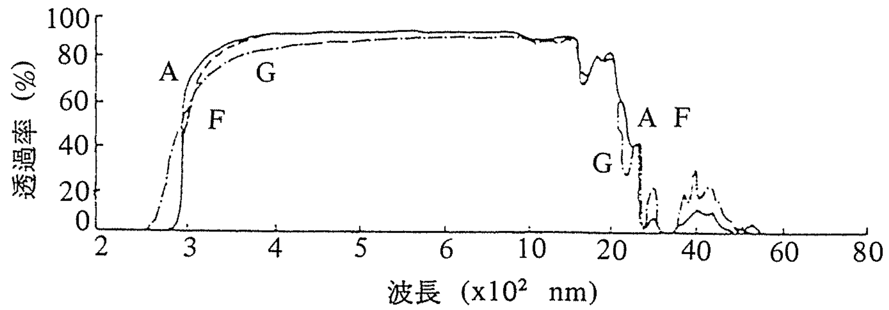


圖 7　FRA的分光透過率
Fig. 7. Spectral transmissivity of FRA.

(f)圖 8 為 MMA 的分光透過率。由圖中知 MMA 的分光透過率在3×10²nm以下的紫外線還可透過而紅外線區域在25×10²nm 以上幾乎不能通過。

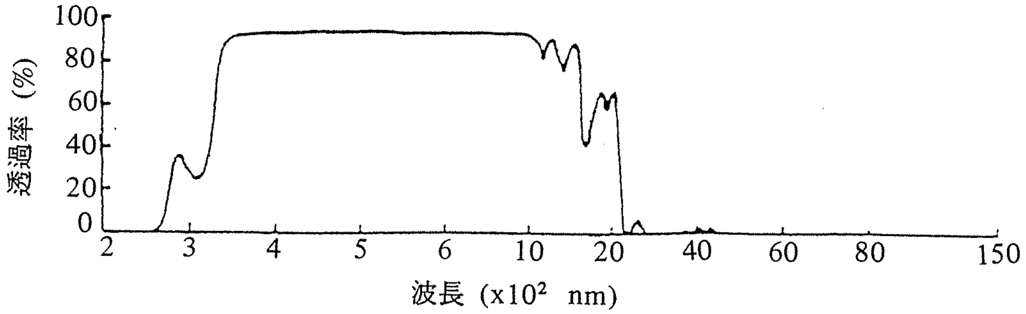


圖 8　MMA的分光透過率
Fig. 8. Spectral transmissivity of MMA.

(2)入射角與光透過率

入射角為入射直達光與被覆材料法線的交角。日光照射到溫室的被覆材料，其入射角不常與被覆材直交。入射角度是隨著溫室的形狀及棟位方向或太陽高度及方位不同而變化。

一般而言，入射角為 0°　時透過率為最大，角度愈大透過率愈小，超過60°　時，透過率就急遽降低，但是波浪板型的被覆材料，在相同的日照入射角較平板的被覆材料透過率高　（參看圖 9 ）。結滴性的被覆材料，因被覆材料之內面有很多水滴附著，所以日射透過率較不結滴性被覆材料為低，又表面不潔時其透過率亦低（參看圖10 ）。

2.散光率

透過被覆材料的光，不完全是平行光，一定有折向其它方向的性質，一般被覆材料的散光率如下：

梨紋 PVC：60%

透明 FRA：28%

散光性 FRA：82%

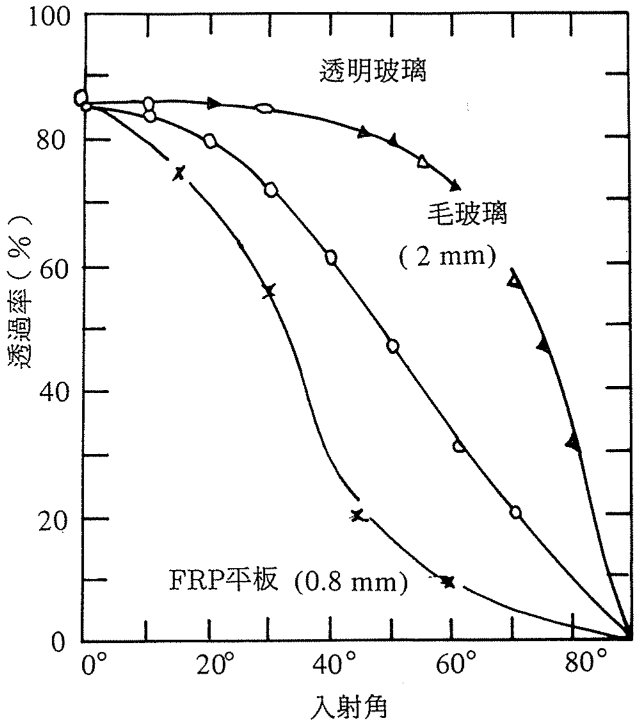


圖 9 擴散性被覆資材之不同入射角的透過率

Fig. 9. Transmissivity owing to various angles of incidence of difusiable coverings.

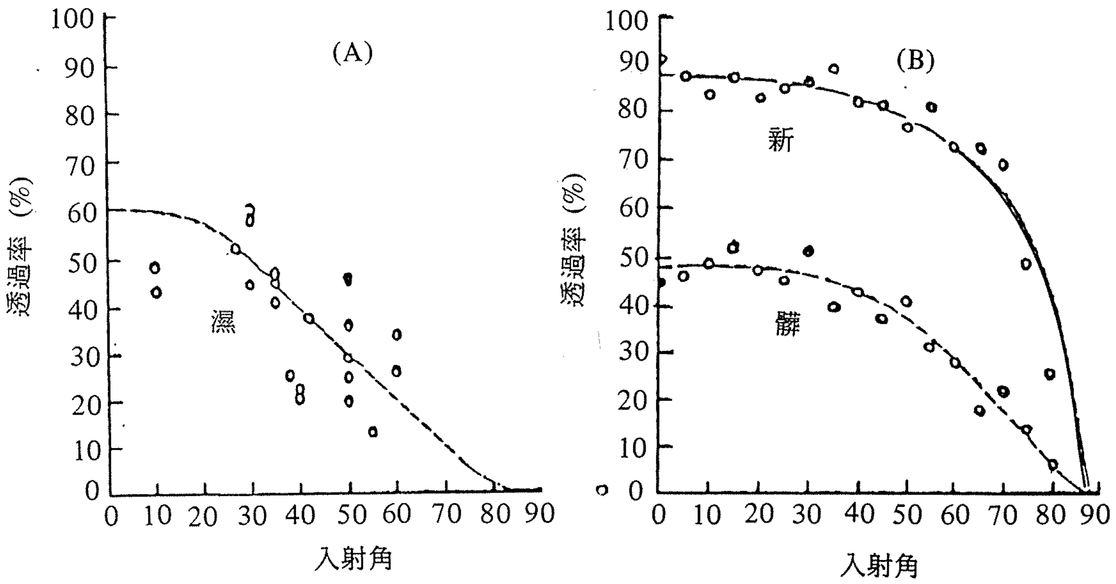


圖10 透明的透過率塑膠布之不同入射角，材質新舊與透過之關係

Fig. 10. Transmissivity of various characters of coverings.

註）新：新品、乾燥

髒：使用一年後，乾燥

濕：使用3個月後，水滴附著

3.遮光性：

日光照射致被覆材料表面，有一部份被反射，一部份被吸收，而兩者的量與入射量的比率，稱為遮光率。遮光率與透光率的關係是：

遮光率＝1－光透過率

(二)熱特性

1.保溫性：

保溫性為保持溫室內溫度的能力。溫室的保溫性可分為兩方面：

(1)蓄熱性：儲蓄溫室內大量的熱。

(2)隔熱性：避免熱向室外擴散。

各種被覆材料的保溫性的不同乃是因其長波輻射性質的不同而異。所謂長波輻射是指在波長3000—100000nm 範圍的輻射，其為熱傳導的重要機制之一。所以長波輻射透過率高的被覆材料，保溫性較低；吸收率低、反射率高的被覆材料保溫性較高。

2.隔熱性：

不易傳熱的性質稱為隔熱性。被覆材料的保溫性與隔熱性是相關的。一般而言保溫性是防止熱由室內向室外逸散。而隔熱性是阻止熱由室外進入室內。

遮光材料的隔熱是指日射熱量的隔斷的能力，所以日射吸收率較高的材料，則隔熱性較差；遮光率也有同樣的情形。各種被覆材料之吸收率、透過率及反射率請參看表 2 。

表 2 各種被覆材料對長波輻射之吸收率、透過率及反射率

Table 2. Absorptivity, transmissivity and reflectivity of coverings.

資材	厚度（mm）	吸收率	透過率	反射率
PE 薄膜	0.05	0.05	0.85	0.1
	0.1	0.15	0.75	0.1
EVA 薄膜	0.05	0.15	0.75	0.1
	0.1	0.35	0.55	0.1
PVC 薄膜	0.05	0.45	0.45	0.1
	0.1	0.65	0.25	0.1
聚酯（硬質）	0.05	0.6	0.3	0.1
薄膜	0.1	0.8	0.1	0.1
	0.175	0.85>	0.05<	0.1
不織布		0.9	—	0.1
PVA		0.9 >	—	0.1<
玻璃		0.95	—	0.05
硬質板（MMA、FRA etc.)		0.9	—	0.1

3.通氣性：

被覆材料因有孔隙的存在，所以具有交換室內、外空氣的性質。一般被覆材料的通氣性與溫度和濕度無顯著之關係。而遮光材料的空隙率則與通氣性有比例的關係，但是被覆材料的通氣性並沒有一定的物理指標。

㈢濕度及水的特性

1.防滴性：

被覆材料的表面凝結水，不會產生滴狀而能成為薄膜狀流去的性質，又可稱為無滴性或流滴或防滴性，相反的如有滴狀的凝結水形成則稱有滴性，見圖11。

如果被覆材料表面的溫度比溫室內空氣的溫度低，則溫室內的被覆材料表面會有水蒸氣的凝結，而此種水蒸氣凝結量與空氣和被覆材料表面的絕對濕度成正比。

一般玻璃本身就具有防滴性，而塑膠被覆材料則沒有，而必須靠界面活性劑的處理，才能有防滴性的產生，通常軟質薄膜是在製造過程中處理，而硬質板和硬質薄膜則是在成形後再行處理。

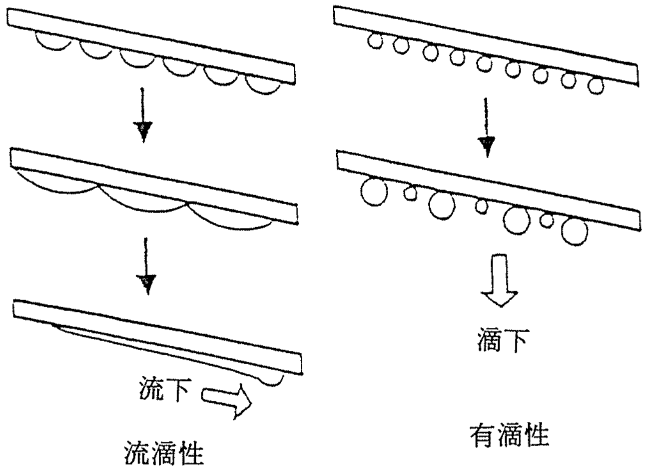


圖 11　被覆材料之流滴
Fig. 11. Anti-drop of coverings.

2.防霧性：

被覆材料經過特殊的處理，抑制溫室內霧產生的性質，被覆材料如果有使水蒸氣在被覆材料表面凝結成水滴，並迅速流去就能防止霧的產生。

3.透濕性：

水蒸氣從被覆材料薄膜之一面通過到另一面的性質，透濕性的指標以透濕係數表示，所謂透濕係數是指單位時間、單位面積、單位被覆材料薄膜兩面的空氣水蒸氣壓力差，所能通過的水蒸氣量，而根據 JIS 所謂透濕度是指單位時間、單位面積通過薄膜的水蒸氣量。

下圖 為被覆材料的水蒸氣壓和透濕度的關係：

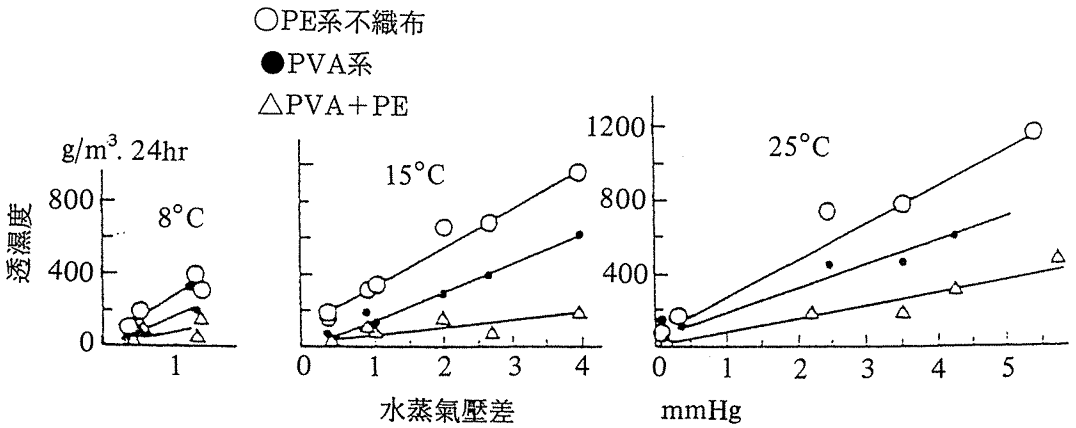


圖 12　水蒸氣壓與濕度（野菜試、施設利用研1961）
Fig. 12. Vapor pressure and humidity.

㈣機械特性：

1.展張性

顯示被覆材料在安裝展開作業過程中的難易程度的性質。

被覆材料的展張性與其搬運性、加工性、黏著性有關。黏著性是指被覆材料重疊在一起互相密著難以剝離的性質，一般 PVC 比 PE，EVA 黏著性高，尤其是在高溫時，更加顯著。

2.開閉性

可動式被覆材料（包含隧道式所用的被覆材料）開閉的難易程度。

被覆材料開閉的效率與其黏著性、伸縮性、防滴性、收藏性有關。隧道式溫室所使用的被覆材料（薄膜）打開進行換氣時較容易，但是在關閉時就與其材料的黏著性有很大的關係。另外，較易受外力伸縮的材料，其關閉性也較差。防滴性的被覆材料在開閉時，落下的水滴較少，較不會影響溫室內的環境。

3.伸縮性：

被覆材料的伸長，縮短性質。

由外力（如溫度、濕度、張力等）所引起被覆材料的伸長量與原來長度百分比表示，依照 JIS 的規格的伸縮率 PVC 薄膜230%以上，EVA 薄膜430%以上，PE 膜250%以上。但是應注意 PE 薄膜和 EVA 薄膜在伸張過長時就會產生永久的變形，在使用硬質板時，也應注意被覆材料因熱膨脹而產生的伸長量。

4.強度

被覆材料在某種狀態下的力學特性通常以被覆材料的一斷面所承受的應力表示。

被覆材料構成分子間在受到外力時會產生分子間距離的改變，同時分子間也會產生內力來恢復其原來的平衡態，此內力即為應力。

如果材料所受超過其應力數值的外力則材料即會受到破壞。所以某材料的強度即可以應力數值表示。

使用被覆材料時需考慮的強度種類有：

(1)拉張強度。

(2)拉裂荷重。

(3)變曲破壞強度：硬質板所能承受風壓，積雪荷重的指標。

(4)衝擊強度。

(5)熱收縮率。

(五)耐候性

被覆材料初期的物性不會因為日射、熱、風、雨等外界條件，而產生材質惡化的性質。各種被覆材料光透過率之變化，參看表 3 ，又塑膠製品其強度變弱之情形較為顯著。

1.玻璃：

我們都知道玻璃被覆材料是經得起時間之考驗，具有較長之耐久性。

2.塑膠薄膜：

大體而言所有的塑膠薄膜受到日光照射均易老化。如果不摻合阻化劑、吸收劑和穩定劑，PE 薄膜或是 PVC 薄膜都會受到紫外線影響。

不穩定的 PE 薄膜在受陽光照射後會變得易脆，能像紙一樣撕裂。

四、利用特性

(一)滴水性材料

易結露，適合水稻育苗，沙床育苗。

(二)不滴水性材料

不結露、透光性佳，無水滴，具降低濕度之效果，適用於一般設施園藝。

(三)防塵性材料

塑膠表面塗佈特殊防塵膜，降低灰塵污染，透光性佳，適用於強光作物。

(四)防露性材料

防止溫室內外溫差所形成的水霧，較不影響透光性。

(五)光線選擇性材料

這種材料能有夠效的限制特定波長光線通過，適合於選擇性光波作物，以調節花芽分化、開花及生育。

(六)耐候性材料

太陽光線中的紫外線是破壞塑膠材料最大的原因，如添加紫外線劑，可延長使用年限。

(七)遮光性材料

防止強烈陽光灼熱，降低陽光照射，避免強光直接照射，採用不同種類的布幔、網材能造成不同效果的亘好光線。

(八)材料強度

適度的被覆材料能確保結構的安全。

表 3　被覆材料日射透過率的變化（黑住）
Table 3. The changes of transmissivity.

試驗材料		厚度	開始測試	透光率（%）												透光率之相對減少率（%）											
		（mm）	年	初期	8個月	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	初期	8個月	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
軟質	A	0.1	1974	92	81	76	74	…	…	…	…	…	…	…	…	92	12	18	20	…	…	…	…	…	…	…	…
PVC	B	0.1	1974	92	81	76	74	…	…	…	…	…	…	…	…	92	12	17	19	…	…	…	…	…	…	…	…
膜	C	0.1	1974	92	88	80	77	…	…	…	…	…	…	…	…	92	4	13	16	…	…	…	…	…	…	…	…
硬質PVC	A	0.1	1974	92	91	89	86	87	86	…	…	…	…	…	…	92	1	4	6	6	6	…	…	…	…	…	…
膜	B	0.15	1977	93	…	89	88	85	86	84	79	89				93	…	5	6	9	8	10	14	4+			
PET膜		0.175	1977	92	…	86	87	86	84	81	78	79	…	…	…	92	…	7	6	7	9	12	15	14+			
PVC浪板		1.0	1974	89	88	86	84	84	85	84	83	81	81	…	…	89	1	3	6	5	5	6	7	9	9	…	…
	A	0.7	1974	89	88	85	81	78	71	61	52	43	43	…	…	89	1	5	10	13	20	31	42	52	52	…	…
FRP	B	0.8	1974	86	85	84	82	82	81	80	77	75	71	68	75+	86	1	3	5	5	6	7	11	13	18	21	13+
浪板	C	0.7	1977	90	…	86	85	81	77	68	66					90	…	4	5	9	15	24	27	…			
	D	0.8	1979	88	…	85	84	77	68	70						88	…	4	5	13	23	21+					
	A	0.8	1974	91	90	89	86	86	83	81	75	69	69	59	58+	91	1	3	6	5	9	11	17	24	25	36	37+
FRA	B	0.6	1976	91	…	87	85	83	76	72	67	60	62			91	…	5	6	9	16	20	27	34	32+		
浪板	C	0.7	1977	92	…	86	85	77	71	67	61					92	…	6	8	16	22	27	33	…			
	D	0.8	1979	90	…	88	86	84	79	78						90	…	2	5	7	12	14+					
MMA	A	1.8	1980	92	…	90	88	89	90							92	…	3	4	4	3+						
浪板	B	1.0	1980	92	…	90	88	88	88							92	…	3	5	5	5+						
PC 浪板		0.7	1980	91	…	86	83	71	85							91	…	5	9	22	7+						
玻璃	A	4.0	1974	80	79	78	76	77	76	77	77	76	76	75	78+	80	1	2	5	3	5	4	5	4	4	6	3+

五、結　　論

㈠對於一個從事溫室栽培的工作者而言，溫室被覆材料的選擇和利用必須慎重的考慮到所栽培作物的生長生理，被覆材料的用途和性。所以我們可以表4 做為在選擇被覆材料時的參考。

表4　選擇被覆資材時應注意之特性

Table 4. Main properties to be choice in coverings.

（日本園藝施設協會1986）

特性	用途	外層	內層 固定	內層 可動	覆蓋遮光
光學特性	透過率	●	●	◎	—	—
	分光					
	透過率	●	●	○	◎	◎
	遮光率	—	—	—	●	●
	散光率	○	—	—	—	—
熱特性	保溫性	●	●	●	—	—
	絕熱性	—	—	—	○	●
	通氣性	○	—	◎	—	—
水及濕度的特性	結滴性	●	●	●	—	*◎
	防霧性	◎	◎	◎	—	—
	透濕性	—	○	◎	—	—
機械特性	展　張					
	難易度	***●	◎	◎	—	◎
	開　張					
	難易度	●	—	●	—	●
	伸縮性	○	○	●	—	●
	強　度	●	○	○	—	**●
耐候性		●	◎	◎	○	●

●　當選擇時應特別注意的全部特性　　*　不含寒冷紗

◎　當選擇時應特別注意的特性　　**　外層

○　當選擇時應特別參考程度的特性　　***　隧道

—　當選擇時應特別考慮到即可

㈡為了使選用的溫室被覆材料發揮到預期以上的效果，我們必須了解各種材料的特性，來選用合適的材料。溫室被覆材料各種特性的比較如表 5。

㈢目前台灣溫室所使用被覆材料，玻璃愈來愈少，塑膠愈來愈多。但是，塑膠材料的特性資料和試驗相當貧乏，即使有也是參考國外的資料，所以當今之務就是要發展出適合國內環境的資料和試驗，並規定廠商提供材料特性實驗報告，以保證品質，保護消費者權益。

㈣各材料特性之實驗，由實驗方法、室內溫濕度條件及儀器等不同會顯出不同之結果，故農業主管當局函請中央標準局訂定農業用被覆料試驗方法以資遵循。

表 5　各種被覆材料的特性比較（日本施設園藝協會、1986）

Table 5. Comparison of properties of coverings.

<table>
<tr><th colspan="2">被　覆</th><th>光透過性</th><th>紫外線透過性</th><th>擴散性</th><th>隔熱性</th><th>防滴性</th><th>防霧性</th><th>展張性難　易</th><th>開閉性難　易</th><th>強　度</th><th>伸縮性</th><th>耐候性</th></tr>
<tr><td colspan="2">玻璃</td><td>◎</td><td>透</td><td>小</td><td>○</td><td>有</td><td rowspan="6">有</td><td>×</td><td>—</td><td rowspan="9">強度差異大，設計施工時應適當，以確保其強度</td><td>小</td><td>◎</td></tr>
<tr><td rowspan="4">硬質板</td><td>FRP</td><td>○</td><td>不透</td><td>中</td><td>○</td><td>無</td><td>△</td><td>—</td><td>中</td><td>○</td></tr>
<tr><td>FRA</td><td>○</td><td>透</td><td>中～大</td><td>○</td><td>無</td><td>△</td><td>—</td><td>中</td><td>○</td></tr>
<tr><td>MMA</td><td>○</td><td>透～不</td><td>小</td><td>○</td><td rowspan="3">但展開後噴藥劑可變</td><td>△</td><td>—</td><td>大</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>P C</td><td>○</td><td>不透</td><td>小</td><td>○</td><td>△</td><td>—</td><td>大</td><td>◎</td></tr>
<tr><td colspan="2">硬質薄膜</td><td>○</td><td>透～不</td><td>小</td><td>○</td><td>△</td><td>—</td><td>漸收縮</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="3">軟質薄膜</td><td>PVC</td><td>○</td><td>透～不</td><td>小～中</td><td>○</td><td>有（部分無）</td><td>部分有</td><td>○</td><td>稍難</td><td rowspan="3">雖有柔軟性，除PVC外不具彈性。</td><td>△</td></tr>
<tr><td>EVA</td><td>○</td><td>透（部分透）</td><td>小</td><td>△</td><td>有</td><td>無</td><td>○</td><td>易</td><td>△</td></tr>
<tr><td>P E</td><td>○</td><td>透</td><td>小</td><td>△</td><td>無～有</td><td>無</td><td>○</td><td>易</td><td>×</td></tr>
</table>

註◎好。　○稍好。　△稍劣。　×：劣。

參考文獻

1. 王鼎盛　1987　設施園藝設計手冊 p13—38 行政院農業委員會。
2. 王進雄　1987 溫室覆蓋資材之開發與利用　設施園藝研討會專集 p.163—168　台灣省農業試驗所。
3. 莊新烈　1988　塑膠材料集。
4. 溫室管理　1980　p91—115　臺灣商務印書局。
5. 日本施設園藝協會　1988　設施園藝　HANDBOOK p90—108　日本農民新聞社。

THE CHARACTERISTICS AND UTILIZATION OF THE COVERING MATERIALS FOR GREENHOUSES

Tin-Sen Wang

Associate Professor
Department of Agricultural Engineering, National Taiwan Univerity

ABSTRACT

The main purpose of the greenhouse is to modify the natural environment in order to obtain the optimum situation for the plant growth; therefore, the construction of greenhouse must consider the environmental factors of plant growth, such as:
light, temperature, air components.:.etc.

Now, a lot of covering materials for greenhouses have been widely used in Taiwan. There have ten fundamental covering materials that may have almost thousands band productions. This research aims on introduction of light characterization, light transmissivity, thermodynamics, humidity, mechanics, agedness..etc. Finally, the suitable covering materials will be suggested to different plant in order to fit horticultural environment.

溫室洋香瓜之養分吸收試驗

沈再發　　許森森*
農試所鳳山熱帶園藝試驗分所

摘　　要

溫室洋香瓜（*Cucumis melo* L.）以浮根式水耕行減液量、吸收養分濃度之變化及NO_3／NH_4比率對生育及養分吸收之影響試驗，結果顯示溫室洋香瓜之生育時期依養液之吸收量可分為授粉前之營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期等四個階段。養液吸收量以果實肥大期最多，其次為果實成熟期、授粉小果期，而以營養生長期最少。其硝酸態氮（NO_3-N）、磷（P）、鉀（K）、鈣（Ca）、鎂（Mg）的吸收濃度，春作分別為13.98、4、5.33、7.26、3.98 me/ 1，夏作分別為 15.09 、4、7.35、6.59、4.26me/ 1。生長期別的要素吸收量，則以授粉小果期最高，營養生長期最低。

以不同NO_3/ NH_4比率（12:0，10:2，8:4，6:6）的養液對溫室洋香瓜之生育影響試驗，顯示養液中氨態氣的比率增加時，植物體內之含鈣量相對的降低。適合溫室洋香瓜生育的NO_3/ NH_4比率為10:2。

一、緒　　言

溫室洋香瓜之土耕栽培，以水田土與有機肥料混合為床土。以灌水技術配合生育之階段，做為養分吸收的調節手段。依日本之增井（1968）等報告得知土耕栽培氮素之每日平均吸收速度，於授粉前之土壤 pF 低時逐漸增加，授粉後第10天果實正是肥大時期提高土壤之 pF 是為使氮素之吸收減少。因此，日本的溫室洋香瓜土耕栽培，其外觀、糖度等良好的品質之保持是依不同生育之階段調節其水分和養分的吸收。然而目前的養液栽培根部經常與養液接觸，養分吸收充足，形成生長發育調節不易，及高品質洋香瓜生產之困難。

本試驗基於養液栽培觀點，營養的調節及供給需要，首先調查其養分吸收的狀況，做為將來生育控制之基礎，以溫室洋香瓜生育過程的水分與養分之吸收情形進行調查，然後再行不同氮源比率對生育之影響，分二階段進行試驗。

溫室洋香瓜之養分吸收，山崎氏（1976）就培養液管理觀點訂定其吸收之濃度。該組成濃度經鳳山熱帶園藝試驗分所於1985年秋作和1986年夏作試驗結果顯示無論秋作或夏作，養分吸收略有不同外，其生育期可分為授粉前之營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期等四個

* 農試所鳳山熱帶園藝試驗分所分所長和助理